

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-313120

(43)Date of publication of application : 21.12.1988

(51)Int.Cl.

G02F 1/03

(21)Application number : 62-149412

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 16.06.1987

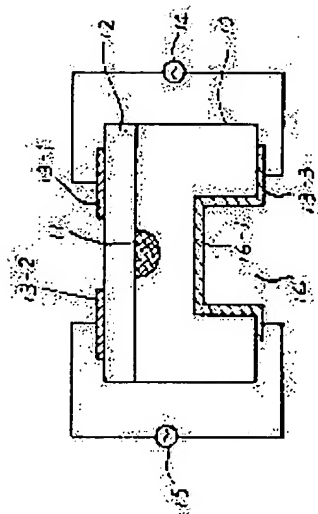
(72)Inventor : KIYONO MINORU  
MEKATA NAOYUKI

## (54) OPTICAL POLARIZATION CONTROL ELEMENT

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain an element which allows low-voltage driving by forming a thin film having the dielectric constant lower than the dielectric constant of an electrooptic crystal substrate on the surface of said substrate, on which surface a light guide is provided, and providing electrodes on this thin film and the rear face of the substrate.

**CONSTITUTION:** The light guide 11 formed by diffusion of Ti, etc., is provided on one face of the substrate 10 consisting of the electrooptic crystal such as  $\text{LiNbO}_3$  and further a buffer layer 12 consisting of  $\text{SiO}_2$ , etc., is formed on the surface thereof. The two upper electrodes 13-1, 13-2 consisting of Au, etc., are formed on the layer 12 equidistantly from the light guide 11 and the one lower electrode 13-3 is formed on the rear face of the substrate 10 around the region nearest the light guide 11. Voltages are impressed between the electrodes 13-1, 13-2 and the electrodes 13-3 by power supplies 14, 15 to generate the rotating electric field in the direction perpendicular to the light guide 11, by which the direction of the polarization of the incident light on the light guide 11 is rotated perpendicularly to the plane of the figure.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**BEST AVAILABLE COPY**

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)12月21日

G 02 F 1/03

C-8106-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 光偏波制御素子

⑯ 特 願 昭62-149412

⑰ 出 願 昭62(1987)6月16日

⑱ 発 明 者 清 野 實 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内⑲ 発 明 者 女 鹿 田 直 之 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内

⑳ 出 願 人 富 士 通 株 式 会 社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

㉑ 代 理 人 弁 理 士 井 桁 貞 一

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

光偏波制御素子

## 2. 特許請求の範囲

1) 互いに平行な平面から成る二つの表面を有する電気光学結晶基板と、

第一の該表面の近傍の該基板内に、該表面に平行な光軸を有するようにして形成された光導波路と、

該電気光学結晶基板に比して小さい誘電率を有し、該第一の表面に形成されたバッファ層と、

該光導波路上の異なる二つの位置における該バッファ層上および第二の該表面上にそれぞれ一組宛設けられ、各組が該バッファ層および該第二の表面のそれぞれのの上に設けられた少なくとも1本を含む3本ないしそれ以上の電極から構成され、対応するそれぞれの位置において該光導波路の光軸に垂直な回転電界を発生するための二組の電極群

とを備えたことを特徴とする光偏波制御素子。

2) 該バッファ層上に形成された電極は、該光導波路から等距離に設けられた2本の電極であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光偏波制御素子。

3) 該電気光学基板の第二の表面に形成された電極は、該光導波路から等距離に設けられた2本の電極であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光偏波制御素子。

4) 該電気光学基板の第二の表面に、該光導波路の光軸に平行な底面を有する溝が設けられており、該第二の表面に形成された該電極は該溝の底面に形成されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光偏波制御素子。

5) 該溝は該基板の中央部のみに形成されていることを特徴とする特許請求の範囲第4項記載の光偏波制御素子。

6) 該二組の電極が形成された該バッファ層上に、該電気光学結晶基板と熱膨張係数がほぼ等しい別の基板が貼り合わされていることを特徴とす

る特許請求の範囲第1項記載の光偏波制御素子。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (概要)

光導波路が設けられている高誘電率の電気光学結晶の表面に、低誘電率のパツファ層を形成し、このパツファ層上と電気光学結晶の裏面とに電極を設け、光導波路の光軸、すなわち光導波路における光の進行方向、に垂直な回転電界を発生させることによって、低電圧駆動の導波路型光偏波制御素子を提供する。

#### (産業上の利用分野)

本発明はコヒーレント光通信に用いられる導波路型の光偏波制御素子に関する。

#### (従来の技術)

光通信技術の発展とともに、光の波動性を利用した通信技術(コヒーレント光通信)の開発が行われている。現在のコヒーレント光通信において

は、一般に、受信局で信号光と他の光(局部発振光)を混合し、その干渉を利用して信号光によって運ばれてきた情報を読み取る方式が用いられている。この場合、信号光と局部発振光の偏光状態が一致していないと損失が生じ、甚だしい場合には、信号が完全に消滅してしまう。この対策として、「信号光を直交する二つの偏光に分離して処理する」とか「円偏光と混合する」等の方法が採られているが、なお損失が避けられない。

このために、局部発振光の偏光状態を、信号光の偏光状態に完全に一致するように制御する技術が期待されている。これを実現するためには、任意の偏光状態をある一定の偏光状態に変換する手段が必要である。一方、受信された信号光の偏光状態は時々刻々と変化しているため、この変換手段は、受信光の偏光状態に無限に追従できることが要求される。

上記の偏光状態を変換する手段として、第2図(a)および(b)に示すような構造を有するバルク型の光偏波制御素子が知られている。これは、

ニオブ酸リチウム(LiNbO<sub>3</sub>)のような電気光学結晶のブロック20の表面に、電極21-1、21-2、21-3、21-4から成る一組と、電極22-1、22-2、22-3、22-4から成る別の組との二組を設ける。

次いで、互いに対向する電極21-1と21-3、21-2と21-4の間に、それぞれ、電源23および24により電圧を印加する。それぞれの電圧を制御することにより電界の方向および強度を制御し、任意の方向に1/2波長板と等価な屈折率変化を生じさせる。これにより、矢印の方向に電気光学結晶ブロック20の内部を通過する直線偏光25の偏波の方向が、1/2波長板を通過したと等価なだけ回転される。このようにして、直線偏光25は任意の角度傾いた直線偏光に変換される。

同様に、互いに対向する電極22-1と22-3、22-2と22-4の間にも、図示しない電源により電圧を印加し、これらの電圧を制御することにより電界の方向および強度を制御し、任意の方向に1/4波長板を通過したと等価な屈折率変化を生じさせる。これにより、前記のようにして傾斜された直線偏

光の位相が変化され、任意の楕円率を有する楕円偏光に変換される。このようにして、1/4波長板を回転させたことに相当する偏光の楕円率の制御を行うことができる。

上記の光偏波制御素子を用い、局部発振光(受信局側の変調用レーザから発生される)を、光ファイバー中を伝送されてきた信号光に整合する楕円偏光に変換したのち、この信号光と混合する。なお、前記の無限追従については、それぞれの電源電圧の位相を時間的に無限にずらすことにより可能である。

#### (発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、第2図に示す素子では、電気光学結晶ブロック20の厚さ小さくすることが困難であり、通常、数ミリメートルであり、高度の熟練を以て精密加工を行っても高々数100μm程度である。このために、例えば、数100Vのような高い動作電圧が必要となるという難点があった。したがって、低電圧駆動が可能な光偏波制御素子が

要望されていた。

〔問題点を解決するための手段〕

上記従来のバルク型光偏波制御素子の問題点は、互いに平行な平面から成る二つの表面を有する電気光学結晶基板と、この基板内における第一の前記表面の近傍に、この表面に平行な光軸を有するようにして形成された光導波路と、

前記電気光学結晶基板に比して小さい誘電率を有し、前記第一の表面に形成されたパフ層と、

前記光導波路上の異なる二つの位置における前記パフ層上および第二の前記表面上にそれぞれ一組宛設けられ、各組が前記パフ層および第二の表面のそれぞれの上に設けられた少なくとも1本を含む3本ないしそれ以上の電極から構成され、対応するそれぞれの位置において前記光導波路の光軸に垂直な回転電界を発生するための二組の電極群とを備えたことを特徴とする本発明に係る光偏波制御素子により解決される。

領域を中心として、一つの下部電極13-3が形成されている。上部電極13-1および13-2のそれぞれと下部電極13-3との間に、電源14および15により電圧を印加することによって、光導波路11に垂直な方向に回転電界を生じさせる。これにより、紙面に垂直に光導波路11に入射する光の偏波の方向が回転される。

本実施例においては、基板10の裏面における光導波路11の近傍には、光導波路11に平行な溝16が設けられている。この場合には、下部電極13-3は、少なくとも溝16の底面16-1に形成されていれば十分である。なお、溝16は、必ずしもその底面16-1が基板10の裏面に平行になるように設けられる必要はない。

上記と同様にして、光導波路11の周囲に、さらに別の一組の上部電極および下部電極を形成する。このようにして、構成された光偏波制御素子におけるそれぞれの組の上部電極および下部電極間に印加する電圧を制御することにより、第2図に示した素子と同等の機能が得られる。

〔作用〕

電気光学結晶における光導波路が設けられている表面に、基板より低誘電率の薄膜を形成し、この薄膜上および基板裏面に電極を設けることにより、低電圧駆動が可能な導波路型光偏波制御素子を構成する。

〔実施例〕

第1図は本発明に係る光偏波制御素子の一実施例を示す断面図である。例えばLINbO<sub>3</sub>のような電気光学結晶から成る基板10の一方の表面（第一の表面）には、チタン（Ti）等を拡散して形成した光導波路11が設けられている。さらに、この表面には、例えば二酸化シリコン（SiO<sub>2</sub>）から成るパフ層12が形成されている。さらに、パフ層12の上には、例えば金（Au）から成る二つの上部電極13-1および13-2が、光導波路11から等距離に形成されており、一方、基板10の裏面（第二の表面）には、少なくとも光導波路11に最近接する

SiO<sub>2</sub>から成るパフ層12は、光に対する電極のアイソレーション（光導波路11の外部への光のしみ出しと電極による吸収の防止）を十分にさせるパフ層本来の効果とともに、LINbO<sub>3</sub>から成る基板10に比して、その誘電率が約1/6と小さいので、電気的に距離を大きくしたと等価とする効果を有する。

第1図の構造において、SiO<sub>2</sub>から成るパフ層12の厚さは、例えば4000Å、LINbO<sub>3</sub>から成る基板10の溝16の部分における厚さおよび溝16の幅は、例えば50μmである。この場合の駆動電圧は、電極長を3cmとすると、40ボルトで、第2図の従来の素子の1/5ないし1/10に低減される。なお、上記寸法の溝16の形成は、ダイシングソー等を用いて、高精度で実施することができる。

第3図は本発明に係る光偏波制御素子の第二の実施例を示す断面図であって、第1図における同一部分は同一符号で示してある。図示のように、本実施例においては、基板10の裏面には、光導波路11を挟んで等距離に二つの下部電極31および32

が形成されている。下部電極31および32は、光導波路11に平行に光導波路11を挟んで等距離に設けられた溝33および34の内部に形成してもよい。この場合、下部電極31および32は、少なくとも、溝33および34の底面33-1および34-1に形成されていることが必要である。

第3図の光偏波制御素子の場合、上部電極13-1および13-2と下部電極31および32との間には、光導波路11において電界が交差するように、電源14および15から電圧を印加する。

なお、本実施例におけるバッファ層12の材料および厚さ、基板10の材料と溝33および34の底面に於ける厚さ等の条件は、第1図の実施例の説明において述べたと同じである。

第4図は本発明に係る光偏波制御素子の第三の実施例を示す断面図である。本実施例の光偏波制御素子では、上部電極13-1および13-2が形成されているバッファ層12の上に、基板10の電気光学結晶と熱膨脹特性が似ている材料から成る補強基板17が接着されている。補強基板17により、光偏波

制御素子は機械的強度が増大される。

第5図は本発明に係る光偏波制御素子に設けられた溝の形状を示す側面図である。前記実施例の光偏波制御素子における基板10に設けられた溝16(第1図および第4図)と溝33および34(第3図)は、基板10の全体を横断するように形成されていてもよいが、第5図に示すように、その長手方向の両端が基板10から成る壁部18-1および18-2によって遮られた構造とすることにより、光偏波制御素子の機械的強度を増大できる。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、コヒーレント光通信に適した、低電圧で駆動できる光偏波制御素子を提供可能とする効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る光偏波制御素子の一実施例を示す断面図、

第2図は従来の光偏波制御素子の構造を示す模

式図、

第3図は本発明に係る光偏波制御素子の第二の実施例を示す断面図、

第4図は本発明に係る光偏波制御素子の第三の実施例を示す断面図、

第5図は本発明に係る光偏波制御素子に設けられた溝の形状を示す側面図である。

図において、

10は基板、11は光導波路、12はバッファ層、

13-1および13-2は上部電極、

13-3、31、32は下部電極、

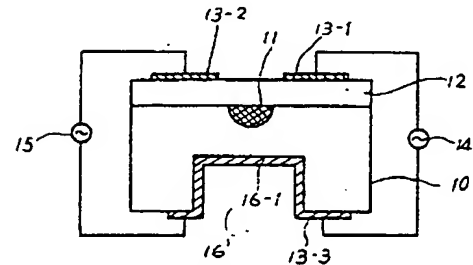
14および15は電源、16、33、34は溝、

16-1、33-1、34-1は底面、17は補強基板、

18-1および18-2は壁部、

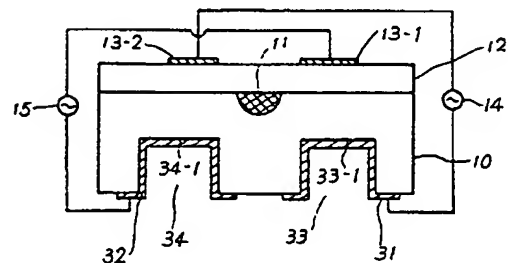
である。

代理人 弁理士 井桁貞一



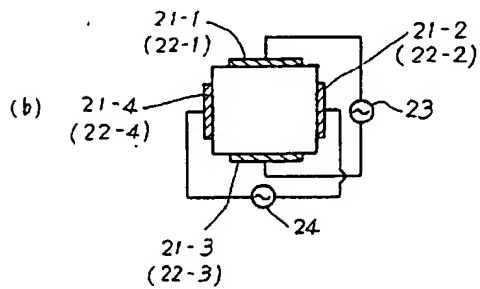
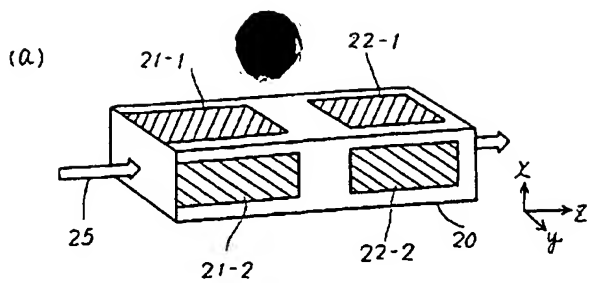
本発明の実施例

第1図

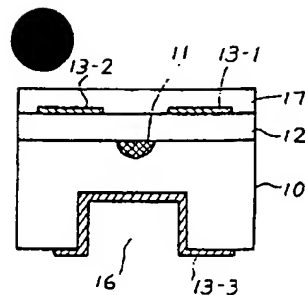


本発明の第二の実施例

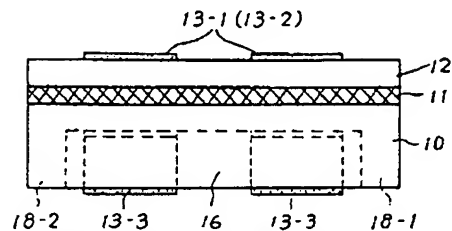
第3図



従来の素子  
第2図



本発明の第三の実施例  
第4図



本発明の素子における溝の形状  
第5図